

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002198072  
PUBLICATION DATE : 12-07-02

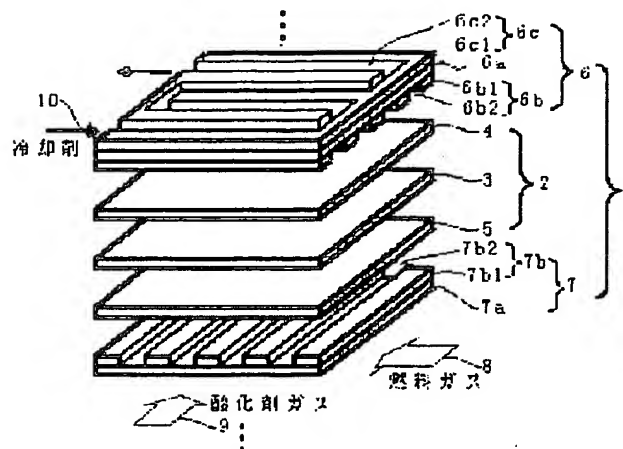
APPLICATION DATE : 26-12-00  
APPLICATION NUMBER : 2000394849

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : HAMANO KOJI;

INT.CL. : H01M 8/02 H01M 8/10

TITLE : SOLID POLYMER FUEL CELL



- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| 1: 単電池       | 6a: アノードセパレータ基材 |
| 2: 電池部       | 6b: 燃料流通層       |
| 3: 固体高分子電解質膜 | 6c: 冷却剤流通層      |
| 4: アノード電極    | 7: カソードセパレータ    |
| 5: カソード電極    | 7a: カソードセパレータ基材 |
| 6: アノードセパレータ | 7b: 酸化剤流通層      |

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid polymer fuel cell easy to manufacture with lowered cost.

SOLUTION: A cell part 2 structured with a solid polymer electrolyte film pinched through a catalyst layer between a pair of gas diffusion electrodes consisting of a fuel electrode 4 having an electrode base material and a catalyst layer and an oxidant electrode 5, generating electricity by an electrochemical reaction of fuel gas containing hydrogen and oxidant gas containing oxygen is laminated on another several times through separators 6, 7. Either the cell part or the separator is equipped with a fuel distribution layer 6b supplying fuel gas to the fuel electrode side and an oxidant distribution layer 7b supplying oxidant gas to the oxidant electrode side, and the adjacent cell parts are electrically connected with each other through the separator in the solid polymer fuel cell. Electron conductive polymer is used at least at a part of the separators 6, 7, the fuel distribution layer 6b or the oxidant distribution layer 7b. Or, a layer consisting of an electron conductive polymer is arranged between the separator and the fuel electrode or the oxidant electrode.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-198072  
(P2002-198072A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	7-コード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	Y 5 H 0 2 6
8/10		8/10	

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-394849(P2000-394849)

(22) 出願日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 藤塚 正史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 塩田 久

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

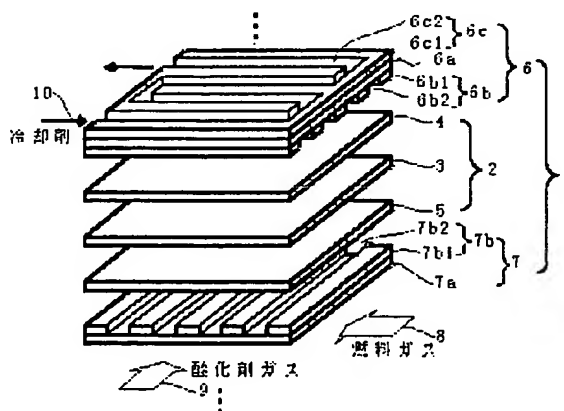
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 製造が容易で低コスト化が可能な固体高分子型燃料電池を提供する。

【解決手段】 電極基材と触媒層とを有する燃料極4および酸化剤極5からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜3を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部2を、セパレータ6、7を介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガスを供給する燃料流通層6bと、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層7bとを、前記電池部またはセパレータに備え、前記セパレータを介して隣接する電池部を電氣的に接続する固体高分子型燃料電池において、前記セパレータ6、7、燃料流通層6bまたは酸化剤流通層7bの少なくとも一部に電子伝導性ポリマーを用いた。または、電子伝導性ポリマーからなる層を前記セパレータと燃料極または酸化剤極との間に配置した。



- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| 1: 単電池       | 6a: アノードセパレータ基材 |
| 2: 電池部       | 6b: 燃料流通層       |
| 3: 固体高分子電解質膜 | 6c: 冷却剤流通層      |
| 4: アノード電極    | 7: カソードセパレータ    |
| 5: カソード電極    | 7a: カソードセパレータ基材 |
| 6: アノードセパレータ | 7b: 酸化剤流通層      |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部を、セパレータを介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガスを供給する燃料流通層と、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層とを、前記電池部またはセパレータに備え、前記セパレータを介して隣接する電池部を電氣的に接続する固体高分子型燃料電池において、前記セパレータ、燃料流通層または酸化剤流通層の少なくとも一部に電子伝導性ポリマーを用いたことを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項2】 電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部を、セパレータを介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガスを供給する燃料流通層と、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層とを、前記電池部またはセパレータに備える固体高分子型燃料電池において、電子伝導性ポリマーからなる層を前記セパレータと燃料極または酸化剤極との間に配置したことを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項3】 互いに隣接する一方の電池部の燃料極側に配置された電子伝導性ポリマーからなる層と、他方の電池部の酸化剤極側に配置され前記層とセパレータを介して隣接する電子伝導性ポリマーからなる層とが電氣的に接続されていることを特徴とする請求項2記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項4】 電池部とセパレータとを積層した単電池をその積層面と平行な面内で少なくともガス拡散電極と電子伝導性ポリマーからなる層について複数の小単電池に分割し、異なる小単電池における燃料極側の電子伝導性ポリマーからなる層と酸化剤極側の電子伝導性ポリマーからなる層とを接続し、少なくとも一部の単電池を直列に接続したことを特徴とする請求項2記載の固体高分子型燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体高分子電解質膜を用いた燃料電池に関し、特に、その積層構造および構成材料に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池は、水素などの燃料と空気などの酸化剤とを電気化学的に反応させることで、燃料の持つ化学的エネルギーを直接電気エネルギーへ変換する装置であり、使用する電解質の種類により、りん酸型、溶

融炭酸塩型、固体酸化物型、固体高分子型などが知られている。特に近年は、低温（常温～100℃程度）で作動し、低温の割に発電効率が高い固体高分子型燃料電池が注目されている。固体高分子型燃料電池は、分子中にプロトン交換基を有する固体高分子膜を飽和状態まで含水させるとイオン（プロトン）伝導性が生じることを利用した燃料電池である。イオン伝導性が生じる固体高分子膜としては、例えば、プロトン交換膜であるパーフルオロカーボンスルホン酸（登録商標：ナフィオンR；米国、デュボン社）が良く知られている。

【0003】従来技術1. 従来の固体高分子型燃料電池の一般的な構造は、電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に触媒層を介してイオン（プロトン）伝導性を有した固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応により発電する電池部を、前記燃料極および酸化剤極に燃料ガスおよび酸化剤ガスをそれぞれ供給するための溝を有するセパレータを介して複数積層し、燃料電池スタックとしたものである。上記構造におけるセパレータには、隣接する電池部へ電気を流す必要から電子伝導性が要求されると共に、隣接する電池部へ供給されている燃料ガスと酸化剤ガスとを混合させないようにする必要からガス不透過性が要求され、従来は上記要求を満たす材料として焼結したカーボンから切り出して燃料ガスおよび酸化剤ガス供給用の溝を付けたカーボン板を用いるのが一般的であった。

【0004】従来技術2. また、特開2000-164228号公報「固体高分子電解質型燃料電池のセパレータおよびその製造方法」には、ステンレス鋼、銅、アルミニウム、チタンなどの金属の表面を、低電気抵抗性層、耐食性層または耐剥離性層のうちの2層以上からなる多層構造のコーティング層で被覆したセパレータが記載されており、セパレータのコストを低減できるだけでなく、抵抗による電圧低下を防止し、反応ガスまたは飽和水蒸気雰囲気による腐食を防止するとともに、燃料電池のコンパクト化および軽量化を図ることができるものとして提示されている。なお、低電気抵抗性層、耐食性層または耐剥離性層は、カーボン材料の電気抵抗である $1000\mu\Omega\text{cm}^2$ 以下の電気抵抗を有するNi、Fe、Co、Bなどの材料を用い、真空蒸着法やイオンプレーティング法などの物理蒸着法や、熱CVD法やプラズマCVD法などの化学蒸着法などにより形成される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の固体高分子型燃料電池は以上のように構成されており、従来技術1の、セパレータにカーボン板を用いるものでは、カーボン材料そのものも決して安価ではない他、数百度から千数百度で焼結することが必要である上、焼結したカーボンの固まりから例えば薄い平板状に切り出し、さらに平板の

表面にガス流路の溝を削るなどの加工が必要であり、その加工のためには、高温で焼結したり加工したりする時間と手間、および硬い上に薄いと割れやすいカーボン板を割れないように加工する高度な加工技術を要する。このように、製造が容易ではなく、したがって、非常に高価となり、低コスト化することが困難であった。

【0006】また、従来技術2の、セパレータとして低電気抵抗性層、耐食性層または耐剥離性層のうちの2層以上からなる多層構造のコーティング層で被覆した金属板を用いるものでは、金属板の表面に、物理蒸着、化学蒸着などの方法によってミクロン単位のコーティングを少なくとも2回施さねばならず、加工に時間がかかり、しかも真空装置などの専用の設備が必要であるなど、製造が容易ではなく、やはり低コスト化には限界があった。また、金属板の表面にコーティングする材料自体も金属系であり、金属板の表面と酸化剤ガスの接触面などで低電位腐食（酸化）により金属板に穿孔が空いてガス漏れが生じたり、金属イオンの溶出は技術的には防止できていないため、溶出した金属イオンが燃料極や酸化剤極あるいは固体高分子電解質膜に入り、陽イオン（負イオン）であれば空気極（酸化剤極）側の表面で析出や固着するなどして、本来の燃料電池の反応を阻害し、燃料電池としての発電効率を低下させたり、起電力が低下して燃料電池での発電が効率良くできなくなるまでの寿命が短くなるなどの問題点があった。

【0007】また、固体高分子型燃料電池は、燃料ガスの種類および運転条件などで性能が大きく異なるが、一般的に電流密度が $200 \sim 1000 \text{ mA} \cdot \text{cm}^2$ である時に1枚の電池部の電圧は $0.6 \sim 0.8 \text{ V}$ 程度である。仮に電流密度が $500 \text{ mA} / \text{cm}^2$ 、単電池の電圧が $0.8 \text{ V}$ 、電極面積が $100 \text{ cm}^2$ の場合、例えば家庭用の発電装置として $1 \text{ kW}$ 程度を得ようとすれば、電池部25枚を積層した燃料電池スタックとなり、電流 $50 \text{ A}$ 、電圧 $20 \text{ V}$ となる。これを交流 $100 \text{ V}$ の電源へ変換するためには、直流電圧として百数十Vへ昇圧する必要などがあり、変換ロスが大きくなったり、昇圧するための機器が大きくなったりするという問題点がある。また、燃料電池スタックからの電圧を上げるために、電極面積を小さくして積層数を増加する方法もあるが、電極面積を小さくしても、燃料電池スタックへガスを供給する流路および積層面を両端で押さえる機構は同様に必要であり、積層体の面積は電極面積ほど小さくはならず、コンパクト化する際の問題点となるのに加え、積層数が増えると部品点数と組立工数が増加するため、製造が容易ではなく、低コスト化できないという問題点があった。

【0008】本発明は上記のような従来のものであった問題点を解決するためになされたものであり、製造が容易で低コスト化が可能な固体高分子型燃料電池を提供することを第1の目的とする。

【0009】また、燃料電池スタックにおける単電池の積層数を増加させたり、電極面積を減少させたりせず、燃料電池から出力される電気的出力を高電圧化あるいは低電流化することが可能な固体高分子型燃料電池を提供することを第2の目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る固体高分子型燃料電池は、電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部を、セパレータを介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガスを供給する燃料流通層と、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層とを、前記電池部またはセパレータに備え、前記セパレータを介して隣接する電池部を電気的に接続する固体高分子型燃料電池において、前記セパレータ、燃料流通層または酸化剤流通層の少なくとも一部に電子伝導性ポリマーを用いたものである。

【0011】また、電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部を、セパレータを介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガスを供給する燃料流通層と、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層とを、前記電池部またはセパレータに備える固体高分子型燃料電池において、電子伝導性ポリマーからなる層を前記セパレータと燃料極または酸化剤極との間に配置したものである。

【0012】また、互いに隣接する一方の電池部の燃料極側に配置された電子伝導性ポリマーからなる層と、他方の電池部の酸化剤極側に配置され前記層とセパレータを介して隣接する電子伝導性ポリマーからなる層とが電気的に接続されているものである。

【0013】また、電池部とセパレータとを積層した単電池をその積層面と平行な面内で少なくともガス拡散電極と電子伝導性ポリマーからなる層について複数の小単電池に分割し、異なる小単電池における燃料極側の電子伝導性ポリマーからなる層と酸化剤極側の電子伝導性ポリマーからなる層とを接続し、少なくとも一部の単電池を直列に接続したものである。

【0014】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、本発明の実施の形態1による固体高分子型燃料電池について図1および図2を基に説明する。図1および図2は、本発明の実施の形態1による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、図1は分解斜視図、図2は断面図である。図1および図2において、1は単電池、2は電池部、3はイオン伝導性を有する固体高分子電解質

膜、4はアノード電極（燃料極）、4aはアノードカーボンシート（燃料極基材）、4bはアノード触媒層、5はカソード電極（酸化剤極）、5aはカソードカーボンシート（酸化剤極基材）、5bはカソード触媒層、6はアノードセパレータ、6aは電子伝導性ポリマーからなるアノードセパレータ基材、6bは燃料流通層、6b1は燃料流路壁、6b2は燃料ガス流路、6cは冷却剤流通層、6c1は冷却剤流路壁、6c2は冷却剤流路、7はカソードセパレータ、7aは電子伝導性ポリマーからなるカソードセパレータ基材、7bは酸化剤流通層、7b1は酸化剤流路壁、7b2は酸化剤ガス流路、8は水素を含む燃料ガス、9は酸素を含む酸化剤ガス、10は水、不揮液などの冷却剤である。

【0015】イオン伝導性を有するシート状の固体高分子電解質膜3がアノード電極4およびカソード電極5に挟持された電池部2を、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7を介して複数積層し、アノード電極4に燃料ガスを供給する燃料流通層6bと、カソード電極5に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層7bとをそれぞれアノードセパレータ6およびカソードセパレータ7に備えて燃料電池スタックが構成されている。また、本実施の形態では、アノードセパレータ6に、発電に伴う発熱を冷却する冷却剤を流通する冷却剤流通層6cを備えている。なお、単電池1は、電池部2を挟んで燃料流通層6bを有するアノードセパレータ6と酸化剤流通層7bを有するカソードセパレータ7とが積層されて構成されている。イオン伝導性を有した固体高分子電解質膜2としてより詳しくは、例えばプロトン交換膜であるパーフルオロカーボンスルホン酸（登録商標：ナフィオンR：米国、デュボン社）を用いている。

【0016】アノードセパレータ6は、電子伝導性ポリマーからなるアノードセパレータ基材6aの両面に、アノード電極4に燃料ガス8を供給するための燃料流通層6bと、電池部2での発電反応による発熱を冷却するための冷却剤10を流通する冷却剤流通層6cとをそれぞれ備えている。カソードセパレータ7は、電子伝導性ポリマーからなるカソードセパレータ基材7aの片面にカソード電極5に酸化剤ガス9を供給するための酸化剤ガス流通層7bを備えており、もう一方の面は、単電池1を複数積層した際の隣接した単電池1の冷却剤流通層6cに接している。

【0017】アノードセパレータ基材6aおよびカソードセパレータ基材7aはともに、ガス不透過性と電子伝導性を有し、薄くシート状にした電子伝導性ポリマーで形成されている。より詳しくは、電子伝導性ポリマーは、ポリアセチレン（PA）、ポリピロール（PPy）、ポリチオフェン（PTy）、ポリフェニレンビニレン（PPV）、ポリアセン、ポリチエニレンビニレン、ポリアニリンなどに代表される共役構造を持った高分子中に電子供与性または電子受容性を有する物質（た

とえば $I_3^-$ 、 $AsF_6^-$ 、 $ClO_4^-$ など）を少量添加（ドーピング）することで得られるものであり、高分子内の構造に沿って $\pi$ 電子が自由に動くようになることで、電子伝導性を示すものであり、電子伝導性ポリマーの電気抵抗は $10 \sim 1000 \mu\Omega \cdot cm$ 程度であり、焼結したカーボン板（ $1000 \mu\Omega \cdot cm$ 程度）と同程度以下である。

【0018】電子伝導性ポリマーの製造方法としては、例えば、ポリチエニレンビニレンやポリフェニレンビニレンに電子伝導性を持たせる場合、前駆体としてのチエニレンビニレン、フェニレンビニレンをメタノールに混ぜた（溶かした）前駆体溶液を基材（基材の材料としては、金属や既に製造した電子伝導性ポリマーや電子伝導性のない材料でもよい。）に塗布し、加熱下（ $200 \sim 300^\circ C$ 程度）および塩化水素気流下（塩素をドーピングする）で静置することで重合膜が生成される方法が知られている。また、ポリアニリンに電子伝導性を持たせる場合、モノマーのアセトニトリル溶液に電解質（過塩素酸塩や塩酸など）を入れて基材（この場合、電子伝導性を有する材料である必要がある。）の表面で電解重合する方法が知られている。

【0019】また、電子伝導性ポリマーとしては、上記のような共役構造を持った高分子ではなく、それ自体では高い電子伝導性を有さないプラスチック（例えば、ポリエチレン、ポリプロピレンなど）に例えばカーボンなどを混合して電子伝導性を持たせるようにしたものでもよい。

【0020】なお、アノードセパレータ基材6aまたはカソードセパレータ基材7aは、電子伝導性ポリマーからなるシート状のものを、複数枚重ねたり、少なくとも1辺を1回以上折り曲げて積層方向に少なくとも3重となるようにしていてもよい。これにより構造上の強度をより上げることができる。

【0021】燃料流通層6bは、電子伝導性を有した例えば扁平で細長い角棒状あるいは薄く細長いシート状の炭素部材を櫛の歯状に並べた燃料流路壁6b1をアノードセパレータ基材6aに接着して構成されており、アノードセパレータ基材6aとアノード電極4と燃料流路壁6b1との間の隙間空間が燃料ガス流路6b2となって燃料ガス8が流れる構造になっている。

【0022】酸化剤流通層7bは、電子伝導性を有した例えば扁平で細長い角棒状あるいは薄く細長いシート状の炭素部材を櫛の歯状に並べた酸化剤流路壁7b1をカソードセパレータ基材7aに接着して構成されており、カソードセパレータ基材7aとカソード電極5と酸化剤流路壁7b1との間の隙間空間が酸化剤ガス流路7b2となって酸化剤ガス9が流れる構造となっている。なお、燃料ガス8と酸化剤ガス9とは、積層面で交錯して流れるように燃料ガス流路6b2と酸化剤ガス流路とが構成されている。

【0023】冷却剤流通層6cは、電子伝導性を有した例えば扁平で細長い角棒状あるいは薄く細長いシート状の炭素部材を櫛の歯が交互にはめ込まれたように並べた冷却剤流路壁6c1をアノードセパレータ基材6aの燃料流通層6bとは逆の面に接着して構成されており、アノードセパレータ基材6aと冷却剤流路壁6c1と隣接した単電池1のカソードセパレータ基材7aとの間の蛇行した隙間空間が冷却剤流路6c2となって冷却剤10が流れる構造となっている。

【0024】固体高分子電解質膜3を挟んで一方側に配置されるアノード電極4は、アノードカーボンシート4aとアノード触媒層4bとからなり、他方側に配置されるカソード電極5は、カソードカーボンシート5aとカソード触媒層5bとから形成されている。アノードカーボンシート4aおよびカソードカーボンシート5aには、多孔性低密度の炭素繊維を薄いシート状にしたものを用いており、ガス透過性および電子伝導性を有している。アノード触媒層4bおよびカソード触媒層5bは、白金やルテニウムなどの触媒を炭素粒子に付着させたものをペースト状にして固体高分子電解質膜3またはアノードカーボンシート4aまたはカソードカーボンシート5aに塗布するかまたは含浸させた層であり、この触媒層で後述する燃料電池の反応が生じている。

【0025】なお、燃料電池スタックを構成する部材間の各接触部分には、図示しない炭素粒子をペースト状にしたものを塗布して、接触抵抗をより低減するようにしていてもよい。

【0026】また、各部の積層方向の厚みについては一例として、固体高分子電解質膜3は50 $\mu$ m程度、アノード触媒層4bおよびカソード触媒層5bはそれぞれ10 $\mu$ m程度、アノードカーボンシート4aおよびカソードカーボンシート5aはそれぞれ数百 $\mu$ m程度、アノードセパレータ基材6aおよびカソードセパレータ基材7aはそれぞれ数十 $\mu$ m～数百 $\mu$ m程度、燃料流通層6b、酸化剤流通層7bおよび冷却剤流通層6cは数百 $\mu$ m程度である。

【0027】次に、上記のように構成された本発明の実施の形態1による固体高分子型燃料電池の動作について説明する。アノード電極4に燃料流通層6bを介して水素を含む燃料ガス8を、カソード電極5に酸化剤流通層7bを介して酸素を含む酸化剤ガス9をそれぞれ供給すると、電池部2の一方のアノード電極4とカソード電極5の間における電気化学反応により起電力が生じる。この時の単電池1の起電力は、取り出す電流や運転条件（ガス成分濃度、圧力、温度など）によって変化するが、0.6V（高電流密度時）～1.1V（開放電圧）程度である。

【0028】また、この時、アノード電極4では、供給された水素はアノードカーボンシート4aを通過してアノード触媒層4bに達した後、水素イオンと電子に解離し

（アノード反応）、水素イオンは固体高分子電解質膜3を通過してカソード電極5へ移動する。また電子は、アノード電極4、燃料流路壁6b1、アノードセパレータ基材6a、冷却剤流路壁6c1、隣接した単電池1のカソードセパレータ基材7aへと移動する。この時、単電池1が複数積層された燃料電池スタックでは積層端部にあるアノードセパレータ基材6aともう一方の積層端部にあるカソードセパレータ基材7aが集電板を介して外部の電気回路へ接続されていれば、電子が一巡するので、電子の流れでは、隣接した単電池1のカソードセパレータ基材7aは自身の単電池1のカソードセパレータ基材7aと同義であり、結局、電子は酸化剤流路壁7b1を介して、カソード電極5へと移動したことになる。この結果、燃料電池スタックの外部の電気回路を通った電子は電流となり、単電池1および燃料電池スタックから電力を発生することができる。

【0029】一方、カソード電極5では、供給された酸素はカソードカーボンシート5aを通過してカソード触媒層5bに達した後、上記アノード反応で放出された水素イオンおよび電子を受け取って酸素と反応し、水を生成する（カソード反応）。この時、生成された水は未反応ガスとともに電池外へ排出される。

【0030】アノード電極4側では、供給された燃料ガス8中に水素以外の未反応成分がある場合は当然、未反応成分または未反応ガスなどを常時電池外へ排出することが必要である。また燃料ガス8が完全に純粋な水素（実際にはあり得ないが）であっても、固体高分子電解質膜3の表面から水蒸気が蒸発する上、電池部2での水素の消費量が100%ではない方が電圧が高い、すなわち発電効率が高くなるので、一定量を燃料流路6b2の出口から入口へ循環することが一般的であり、未反応成分または未反応ガスなどを常時電池外へ排出することが必要である。

【0031】また、固体高分子電解質膜3内においては、水素イオンは、複数の水分子と結合した水合イオンのかたちでスルホン酸基の間を移動するものとされており、固体高分子電解質膜3は常に水を含んでいることが要求される。固体高分子電解質膜3での含水量が下がると、イオン抵抗が高くなり、また燃料ガス8と酸化剤ガス9とが固体高分子電解質膜3を抜けて混合するクロスオーバー現象が生じるなどして、単電池1での発電が困難となる。そのため、図示しない加湿器あるいは加湿層によって予め加湿した燃料ガス8および酸化剤ガス9を供給することが一般的に行われている。

【0032】また、この燃料電池スタックは、発電に伴って発熱を生じるので、各単電池1毎に設置した冷却剤流通層6cに水または不凍液を流して発熱した分を除去するようにしている。これにより、またはさらに冷却剤10の流量を制御するなどして、この燃料電池スタックは定常時においては動作温度を70～90℃に維持して



いる。

【0033】以上説明したように、本実施の形態では、セパレータ基材（アノードセパレータ基材6aおよびカソードセパレータ基材7a）を、ガス不透過性と電子伝導性を有し、薄くシート状にした電子伝導性ポリマーで構成し、そのセパレータ基材の一方の面に電子伝導性を有した例えば扁平で細長い角棒状あるいは薄く細長いシート状の炭素部材を櫛の歯状に並べた流路壁（燃料流路壁6b1および酸化剤流路壁7b1）を接着してガス流通層（燃料流通層6bおよび酸化剤流通層7b）を構成し、さらに、アノードセパレータ基材6aの他方の面に電子伝導性を有した例えば扁平で細長い角棒状あるいは薄く細長いシート状の炭素部材を櫛の歯が交互にはめ込まれたように並べた冷却剤流路壁6c1を接着して冷却剤流通層6cを構成しており、このようなアノードセパレータ6およびカソードセパレータ7は、金属イオンの溶出および水蒸気などによる腐食がないかあるいは抑制する（金属をドーピングした場合でも絶対量は少ないので）ことができ、さらに、燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2または冷却剤流路6c2を形成したりする際に、焼結したカーボン板を用いる時のように、硬く割れやすい部材を薄く平板状に削り出し、さらに溝を掘るなどの高度な加工技術を要さないもので、自由な形状およびパターンで容易にしかも安価に加工を施すことができる。したがって、燃料電池スタックすなわち固体高分子型燃料電池の製造が容易となり、低コスト化することができる。

【0034】実施の形態2。図3は本発明の実施の形態2による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、具体的にはカソードセパレータの周辺を示している。その他の構成は実施の形態1と同じである。実施の形態1では、燃料流路壁6b1、酸化剤流路壁7b1および冷却剤流路壁6c1を形成する壁面材として炭素材を用いているが、本実施の形態では炭素材の代わりに電子伝導性ポリマーを用いている。この際、流路の厚み調節のため、薄く細長いシート状の電子伝導性ポリマーを複数枚重ねるかまたは1回以上折り曲げたものを櫛の歯状に並べてもよい。図3(a)は複数枚重ねた場合、(b)は折り曲げた場合をそれぞれ示している。なお、図ではカソードセパレータの周辺を示しているが、アノードセパレータについても同様である。

【0035】上記のように構成されたものにおいても、実施の形態1の場合と同様に、金属イオンの溶出および水蒸気などによる腐食がないかまたは抑制でき、しかも、電子伝導性およびガス不透過性を備えている。さらに、燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2または冷却剤流路6c2を形成したりする際に、焼結したカーボン板を用いる時のように、硬く割れやすい部材を薄く平板状に削り出し、さらに溝を掘るなどの高度な加工技術を要さないもので、自由な形状およびパターンで容

易にしかも安価に加工を施すことができる。したがって、燃料電池スタックすなわち固体高分子型燃料電池の製造が容易となり、低コスト化することができる。

【0036】なお、扁平で細長い角棒状あるいは薄く細長いシート状の電子伝導性ポリマーを櫛の歯状に並べる代わりに、積層面と同一の面積をもったシート状の電子伝導性ポリマーから、流路部分を切り抜いたものであってもよい。

【0037】なお、本実施の形態において、平板であるアノードセパレータ基材6aまたはカソードセパレータ基材7aには、実施の形態1で示した電子伝導性ポリマーを用いる代わりに、従来技術1に示したものと同様のカーボン板を用いることも可能である。この場合には、カーボン板に流路のための溝を形成する必要はないので、溝を彫らない分だけ加工は容易である。

【0038】なお、上記実施の形態1および2では、アノードセパレータ基材6aと燃料流路壁6b1または冷却剤流路壁6c1、カソードセパレータ基材7aと酸化剤流路壁7b1を分離して別体に構成しているが、材料に電子伝導性ポリマーを用いた一体型で成形してもよい。その方法としては、例えば電子伝導性ポリマーを型に流し込んだり、あるいは電子伝導性ポリマーからなる厚めの平板の表面を削って、アノードセパレータ6またはカソードセパレータ7の表面に燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2または冷却剤流路6c2を成形する。この場合、上記実施の形態1と同様な効果を奏する上、セパレータ基材と流路壁との接触部がなくなるので接触抵抗がなく、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7の電気抵抗をより一層低減することができ、燃料電池スタックすなわち固体高分子型燃料電池の起電力を上げられるようになり、高性能化することができる。

【0039】実施の形態3。図4は本発明の実施の形態3による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、具体的にはアノードセパレータの周辺を示している。図4において、6a1はアノードセパレータ構造材、6a2はシート状の電子伝導性ポリマーからなるアノードセパレータ表面材である。本実施の形態では、アノードセパレータ基材6aが、アノードセパレータ構造材6a1と電子伝導性ポリマーからなるアノードセパレータ表面材6a2とから構成されているところが実施の形態1または2と異なっており、他の構成は実施の形態1または2と同様である。

【0040】図4(a)では、アノードセパレータ構造材6a1は、電子伝導性を有する金属材料（例えば鉄、銅、合金など）からなる平板であり、燃料流通層6bに接した方の面に電子伝導性ポリマーからなるシート状のアノードセパレータ表面材6a2を積層している。この時、アノードセパレータ構造材6a1とシート状のアノードセパレータ表面材6a2とを接着などにより付着さ



せてもよい。また、アノードセパレータ構造材6a1を、実施の形態1で電子伝導性ポリマーを製造する方法で説明した基材として用い、電子伝導性ポリマー製造時に一体化して製造したものであってもよい。このように、燃料流通層6bに接した方の面にアノードセパレータ表面材6a2を積層することにより、アノードセパレータ構造材6a1として金属材料を用いた場合にも、その金属材料が燃料ガス8に直接接するのを阻止し、金属イオンの固体高分子電解質膜3側への溶出および燃料ガス8中の水蒸気などによる金属面の腐食を防止することができる。

【0041】したがって、上記のように構成されたアノードセパレータ6は、実施の形態1の場合と同様に、金属イオンの溶出および水蒸気などによる腐食がないかあるいは抑制することができ、しかも、電子伝導性およびガス不透過性を備えている。さらに、薄くしたり、燃料ガス流路6b2または冷却剤流路6c2を形成したりする際に、焼結したカーボン板を用いる時のように、硬く割れやすい部材を薄く平板状に削り出し、さらに溝を掘るなどの高度な加工技術を要さないで、自由な形状およびパターンで容易にしかも安価に加工を施すことができる。したがって、燃料電池スタックすなわち固体高分子型燃料電池の製造が容易となり、低コスト化することができる。さらに、本実施の形態によれば、金属材料からなるアノードセパレータ構造材6a1を用いているので、積層時の面圧に対する強度を実施の形態1や2に比べてより高めることができ、構造強度上の歪みが少なくより多くの単電池1を積層することができるようになる。また、燃料流通層6bに接した方の面にアノードセパレータ表面材6a2を重ねて積層しているだけであるので、金属の表面にコーティング層を蒸着などにより形成している従来技術2に比べて簡単に製造することができる。

【0042】図4(b)では、アノードセパレータ構造材6a1は、例えばプラスチックや樹脂などの電子伝導性を有さない材料からなる平板であり、この平板状のアノードセパレータ構造材6a1の両面を覆うように、電子伝導性ポリマーからなるシート状のアノードセパレータ表面材6a2の少なくとも一辺を折り曲げて積層してアノードセパレータ基材6aを構成している。この時、アノードセパレータ構造材6a1とシート状のアノードセパレータ表面材6a2とを接合などにより付着させてもよい。また、アノードセパレータ構造材6a1を、実施の形態1で電子伝導性ポリマーを製造する方法で説明した基材として用い、電子伝導性ポリマー製造時に一体化して製造したものであってもよい。

【0043】アノードセパレータ基材6aをこのように構成した場合にも、図4(a)の場合と同様に、実施の形態1と同様な効果を奏する上、実施の形態1や2に比べて積層時の面圧に対する強度をより高めることがで

き、構造強度上の歪みが少なくより多くの単電池1を積層することができるようになる。さらに、アノードセパレータ表面材6a2のみでアノードセパレータ基材6aの電子伝導性が得られるので、アノードセパレータ構造材6a1を構成する材料として、プラスチックや樹脂あるいはゴム類などの電子伝導性を有していないものを使用することが可能となり、材料の選択範囲が大幅に広がる。なお、ここで用いられるプラスチックや樹脂やゴム類としては、例えば、尿素樹脂、メラミン樹脂、石炭酸樹脂、ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、珪素樹脂、エポキシ樹脂、ポリエチレン、メタアクリル、塩化ビニール、塩化ビニリデン、ナイロン、ポリプロピレン、フッ素樹脂(四フッ化エチレン、三フッ化エチレン)、ポリカーボネート樹脂、セルロイド、アセテート、アセトブチレート、天然ゴム、ポリイソブレンゴム、ポリブタジエンゴム、アルフィンゴム、スチレンブタジエンゴム、ハイスチレンゴム、アクリルゴムなどを挙げることができる。

【0044】なお、アノードセパレータ構造材6a1の材料は図4(a)の場合と同様に金属であってもよく、図4(b)の構成ではアノードセパレータ構造材6a1が燃料流通層6aだけでなく冷却剤流通層6cにも直接接しなくなるので、冷却剤10によるアノードセパレータ構造材6a1の腐食を防止することができるという効果が得られる。

【0045】また、平板状のアノードセパレータ構造材6a1の両面を覆うように、電子伝導性ポリマーからなるシート状のアノードセパレータ表面材6a2の少なくとも一辺を折り曲げて積層しているだけであるので、金属の表面にコーティング層を蒸着などにより形成している従来技術2に比べて、簡単に製造することができる。

【0046】なお、図4(b)では、シート状のアノードセパレータ表面材6a2を折り曲げて平板状のアノードセパレータ構造材6a1を覆っているが、平板状のアノードセパレータ構造材6a1の両面に別々のシート状のアノードセパレータ表面材6a2を設置し、それらを接続して導通するようにしても同様な効果を奏する。なお、この時、アノードセパレータ構造材6a1を金属材料で構成した場合には、別々のシート状のアノードセパレータ表面材6a2を接続して導通しなくてもよい。

【0047】また、本実施の形態では、対象をアノードセパレータ6としたが、カソードセパレータ7において同様の構成としてもよく、本実施の形態と同様な効果を奏する。

【0048】実施の形態4、図5は本発明の実施の形態4による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、具体的には冷却剤流通層の周辺を示している。本実施の形態では、電子伝導性ポリマーを使ってシート状にしたアノードセパレータ表面材6a2を、積層時に冷却剤流通層6cを挟むように折り曲げ

て、カソードセパレータ基材7aと共用するように構成している。また、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とはプラスチックや樹脂やゴム類などの材料を用いて一体成形している。他の構成は実施の形態1ないし3の何れかと同様である。なお、プラスチックや樹脂やゴム類としては、具体的には、例えば尿素樹脂、メラミン樹脂、石炭酸樹脂、ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、珪素樹脂、エポキシ樹脂、ポリエチレン、メタアクリル、塩化ビニール、塩化ビニリデン、ナイロン、ポリプロピレン、フッ素樹脂（四フッ化エチレン、三フッ化エチレン）、ポリカーボネート樹脂、セルロイド、アセテート、アセトアチレート、天然ゴム、ポリイソブレンゴム、ポリブタジエンゴム、アルフィンゴム、スチレンブタジエンゴム、ハイスチレンゴム、アクリルゴムなどを挙げることができる。

【0049】以上の構成では、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とは電子伝導性を有さないが、アノードセパレータ表面材6a2が電子伝導性を有するので、アノードセパレータ6から隣接するカソードセパレータ7への積層方向への電子伝導性は確保される。したがって、実施の形態1と同様な効果を奏する上、燃料流通層6bおよび酸化剤ガス流通層7bは積層前には1枚のシートの同一面となるので、燃料流路壁6b1および酸化剤流路壁7b1を形成する際の加工性が改善できるという効果がある。また、プラスチックや樹脂やゴム類などの材料を用いてアノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とを一体成形するのは容易である。

【0050】なお、図5では、アノードセパレータ基材6aをアノードセパレータ構造材6a1とアノードセパレータ表面材6a2により構成した場合について示したが、アノードセパレータ表面材6a2はアノードセパレータ基材6aそのものとし、アノードセパレータ構造材6a1を省略してもよい。この場合にも同様の効果が得られる。

【0051】また、図5では、アノードセパレータ表面材6a2を折り曲げてカソードセパレータ基材7aと共用（一枚もの）しているが、図6（a）に示すように、アノードセパレータ表面材6a2とカソードセパレータ基材7aとに別々のシート状の電子伝導性ポリマーを用い、それらを端部で接続して導通するようにしてもよい。この場合にも同様の効果が得られる。

【0052】また、図5では、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とを一体成形し、アノードセパレータ表面材6a2をカソードセパレータ基材7aと共用するようにしているが、図6（b）に示すように、カソードセパレータ構造材7a1と冷却剤流路壁6c1とを一体成形し、カソードセパレータ表面材7a2を冷却剤流通層6cを挟むように折り曲げてアノードセパレータ基材6aと共用するように構成してもよい。こ

の場合にも同様の効果が得られる。また、冷却剤流路壁6c1はアノードセパレータ構造材6a1やカソードセパレータ構造材7a1と一体成形しなくてもよい。

【0053】実施の形態5。図7は本発明の実施の形態5による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、具体的には冷却剤流通層の周辺を示している。本実施の形態では、電子伝導性ポリマーを使ってシート状にしたアノードセパレータ表面材6a2を、積層時に冷却剤流通層6cを挟むように折り曲げて、カソードセパレータ表面材7a2と共用するように構成している。また、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とは一体成形し、カソードセパレータ構造材7a1とで挟んで形成された空間を冷却剤流路6c2としており、これらアノードセパレータ構造材6a1、冷却剤流路壁6c1、カソードセパレータ構造材7a1の材料としては、例えば実施の形態3や4で説明したのと同様の、電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂やゴム類などを用いている。他の構成は実施の形態1ないし3の何れかと同様である。

【0054】以上の構成では、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とカソードセパレータ構造材7a1とは電子伝導性を有さないが、アノードセパレータ表面材6a2が電子伝導性を有するので、アノードセパレータ6から隣接するカソードセパレータ7への積層方向への電子伝導性は確保される。したがって、実施の形態1と同様な効果を奏する上、燃料流通層6bおよび酸化剤ガス流通層7bは積層前には1枚のシートの同一面となるので、燃料流路壁6b1および酸化剤流路壁7b1を形成する際の加工性が改善できるという実施の形態1と同様の効果がある。また、プラスチックや樹脂やゴム類などの材料を用いてアノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とを容易に一体成形することができる。またさらに、従来技術1や2で説明した固体高分子型燃料電池におけるように、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とカソードセパレータ構造材7a1にカーボンや金属などの電子伝導性を有する材料を用いた場合には、冷却剤10に水を用いている場合、冷却剤流通層6cにも電流が流れるため、水を介して漏電するあるいは短絡するのを防止するため、純水器などを使って水の電気導電率を数 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度以下になるように管理する必要があったが、本実施の形態では、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とカソードセパレータ構造材7a1は電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂やゴム類などを用いているので、冷却剤10の電気導電率を下げる必要が無く、純水器なども不要となるという効果がある。

【0055】なお、実施の形態4において図6（a）および（b）で示したのと同様に、アノードセパレータ表面材6a2とカソードセパレータ表面材7a2とに別々のシート状の電子伝導性ポリマーを用い、それらを端部

で接続して導通するようにしてもよく、また、冷却剤流路壁6c1をカソードセバレータ構造材7a1と一体成形したり、アノードセバレータ構造材6a1、冷却剤流路壁6c1、カソードセバレータ構造材7a1をそれぞれ別体で構成したりしてもよい。

【0056】なお、アノードセバレータ構造材6a1と冷却剤流路壁6c1とカソードセバレータ構造材7a1とは電子伝導性を有した金属などを材料としてもよく、電子伝導性を有していない材料とした場合に比べて、冷却剤10の電子伝導性を低減しなくてもよいという故の効果は得られないが、それ以外は同様な効果を奏する。

【0057】実施の形態6. 図8は本発明の実施の形態6による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、(a)は冷却剤流通層の周辺を示す断面図、(b)はカソードセバレータを酸化剤流通層側から見た平面図である。図8において、6dは電子伝導性ポリマーからなるアノードセバレータ導電部、7dは電子伝導性ポリマーからなるカソードセバレータ導電部である。

【0058】アノードセバレータ6は、アノードセバレータ基材6aと燃料流路壁6b1と冷却剤流路壁6c1とが一体成形されたものであり、その材料としてプラスチックや樹脂やゴム類など電子伝導性を有さないものを用いている。また、アノードセバレータ導電部6dは、アノードセバレータ基材6a、燃料流路壁6a1および冷却剤流路壁6c1を貫通するように複数の穴(穴の形状はどのようなものでもよい。)を開け、その貫通穴に固体状の電子伝導性ポリマーをはめ込むかまたは電子伝導性ポリマーの原料となる前駆体溶液を流し込んで実施の形態1で述べた電子伝導性ポリマーの製造法を適用して得たもの、または、電子伝導性を有した金属を上記貫通穴にはめ込んだ上に、貫通穴の表面部分および周囲部分に電子伝導性ポリマーの層を形成したものである。なお、アノードセバレータ導電部6dとなる貫通穴は、後で開けるのではなく、アノードセバレータ基材6aと燃料流路壁6a1と冷却剤流路壁6c1とを一体成形する際の型に予め組み込まれたものであってもよい。

【0059】カソードセバレータ7は、カソードセバレータ基材7aがカソードセバレータ構造材7a1とカソードセバレータ表面材7a2とにより構成されており、カソードセバレータ構造材7a1と酸化剤流路壁7b1とがプラスチックや樹脂やゴム類など電子伝導性を有さない材料を用いて一体成形されている。また、カソードセバレータ導電部7dは、カソードセバレータ構造材7a1および酸化剤流路壁7b1を貫通するように複数の穴(図8(b)では楕円形状であるが穴の形状はどんなものでもよい)を開け、その貫通穴に固体状の電子伝導性ポリマーをはめ込むかまたは電子伝導性ポリマーの原料となる前駆体溶液を流し込んで電子伝導性ポリマーの製造法を適用して得たもの、または、電子伝導性を有し

た金属を上記貫通穴にはめ込んだ上に、貫通穴の表面部分および周囲部分に電子伝導性ポリマーの層を形成したものである。なお、カソードセバレータ導電部7dとなる貫通穴は、後で開けるのではなく、カソードセバレータ基材7aと酸化剤流路壁7a1とを一体成形する際の型に予め組み込まれたものであってもよい。

【0060】カソードセバレータ表面材7a2は、シート状の電子伝導性ポリマーであり、カソードセバレータ構造材7a1と冷却剤流通層6cとの間に挟むことにより、カソードセバレータ導電部7dとアノードセバレータ導電部6dとを電気的に接続している。

【0061】以上のように構成したので、アノードセバレータ導電部6d、カソードセバレータ表面材7a2およびカソードセバレータ導電部7dを介して、アノード電極から隣接する単電池のカソード電極へ電子を流すことができる。したがって、実施の形態1の場合と同様に、金属イオンの溶出および水蒸気などによる腐食がないかあるいは抑制でき、しかも、電子伝導性およびガス不透過性を備えている。さらに、薄くしたり、燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2または冷却剤流路6c2を形成したりする際に、焼結したカーボン板を用いる時のように、硬く割れやすい部材を薄く平板状に削りだしさらに溝を掘るなどの高度な加工技術を要さないで、自由な形状およびパターンで容易にしかも安価に加工を施すことができる。したがって、燃料電池スタックすなわち固体高分子型燃料電池の製造が容易となり、低コスト化することができる。

【0062】なお、本実施の形態では、カソードセバレータ表面材7a2にシート状の電子伝導性ポリマーを用いたが、電子伝導性を有した金属材料を用いてもよく、同様な効果を奏する。

【0063】また、図8では、冷却剤流路壁6c1をアノードセバレータ基材6aと一体成形しているが、冷却剤流路壁6c1をカソードセバレータ基材7aと一体成形し、アノードセバレータ基材6aをアノードセバレータ構造材6a1とアノードセバレータ表面材6a2とで構成してもよい。この場合、アノードセバレータ構造材6a1を燃料流路壁6b1と一体成形し、アノードセバレータ表面材6a2をシート状の電子伝導性ポリマーや金属材料で形成してもよく、同様な効果を奏する。

【0064】また、アノードセバレータ導電部6dとカソードセバレータ導電部7dの積層面における位置を合わせて設けてもよい。この場合には、アノードセバレータ導電部6dとカソードセバレータ導電部7dとを直接電気的に接続することにより、両者の間に介在するカソードセバレータ表面材7a2やアノードセバレータ表面材を省くことができ、燃料電池スタックの積層方向の厚さをより薄くすることができる。さらに、通電部分であるカソードセバレータ表面材7a2やアノードセバレータ表面材が冷却剤流路6c2に面することがなくなる

ので、冷却剤10の電気導電率を下げる必要が無く、純水器なども不要となるという効果がある。

【0065】実施の形態7. 図9は本発明の実施の形態7による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、具体的には冷却剤流通層の周辺を示している。その他の構成は実施の形態1と同じである。図9において、6a3は燃料側アノードセパレータ構造材、11はアノード導電膜、12はカソード導電膜、13は積層側面部材である。

【0066】燃料側アノードセパレータ構造材6a3と燃料流通層6bの燃料流路壁6b1、およびアノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流通層6cの冷却剤流路壁6c1とはそれぞれ一体成形されており、アノードセパレータ基材6aは、アノードセパレータ構造材6a1と燃料側アノードセパレータ構造材6a3とが張り合わされて構成されている。また、カソードセパレータ基材7aも酸化剤流通層7bの酸化剤流路壁7b1と一体成形されている。アノードセパレータ基材6aおよびカソードセパレータ基材7aの材料はともに、電子伝導性を有した金属（鉄、銅、合金など）を用いている。一体成形する方法としては、例えば金属平板をプレス成形して各流路壁6b1、6c1、7b1の部分を出させ、燃料ガス流通層6b、冷却剤流通層6cおよび酸化剤ガス流通層7bをそれぞれ片面に構成する方法が挙げられる。

【0067】アノード導電膜11は、シート状の電子伝導性ポリマーを用いた膜であり、燃料ガス流路6b2、燃料側アノードセパレータ構造材6a3および燃料流路壁6b1のアノード電極側の形状に沿って付着させている。

【0068】カソード導電膜12は、シート状の電子伝導性ポリマーを用いた膜であり、酸化剤ガス流路7b2、カソードセパレータ基材7aおよび酸化剤流路壁7b1のカソード電極側の形状に沿って付着させている。

【0069】積層側面部材13は、燃料ガス8または酸化剤ガス9が接する積層側面および積層面内の一部にガス通路を構成している内部マニホールド形式の燃料電池スタックの場合には、ガス通路に面した積層側面に限って、付設する必要のあるものであり、材料としては、ガス不透透性でかつ金属イオンを溶出しないものであればよく、本実施の形態では、プラスチックまたは樹脂またはゴム類を用いており、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7の積層側面を覆うように設置して、金属からなるアノードセパレータ6およびカソードセパレータ7からの金属イオンのガス部への溶出および金属の腐食（酸化）を防止している。

【0070】このように構成されたものにおいては、アノード導電膜11、燃料流路壁6b1、燃料側アノードセパレータ構造材6a3、アノードセパレータ構造材6a1、冷却剤流路壁6c1、カソードセパレータ基材7

a、酸化剤流路壁7b1、カソード導電膜12を介した経路で、アノード電極から隣接する単電池のカソード電極へ電子を流すことができる。

【0071】上記のように構成された本実施の形態では、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7は、それぞれ反応ガス流路6b2、7b2側が電子伝導性ポリマーからなるアノード導電膜11およびカソード導電膜12によって被覆されているので、すなわち言い換えれば、アノードセパレータ6とアノード電極との間およびカソードセパレータ7とカソード電極との間にはそれぞれアノード導電膜11およびカソード導電膜12が配置されているので、各セパレータは、燃料ガスや、酸化剤ガス中の水蒸気成分などに直接触れることはなく、したがってそれらのガスや水蒸気成分による金属板の腐食や金属イオンの溶出等を考慮することなく、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7を構成する材料を選択することができるので、材料選択の幅が広がり、セパレータを薄く軽量化で困難な加工を要さないものとすることができ、固体高分子型燃料電池を軽量化、コンパクト化および低コスト化することができる。例えば、量販されており、しかも加工性の良い金属を用いた場合には、より一層、材料費および加工費を低減することができる。さらに、燃料側アノードセパレータ構造材6a3と燃料流通層6bの燃料流路壁6b1、アノードセパレータ構造材6a1と冷却剤流通層6cの冷却剤流路壁6c1、およびカソードセパレータ構造材7aと酸化剤流通層7bの酸化剤流路壁7b1とはそれぞれ板状の材料を用いて例えばプレスにより一体成形されており、しかも、アノードセパレータ基材6aは、アノードセパレータ構造材6a1と燃料側アノードセパレータ構造材6a3とが張り合わされて構成されているので、製造がすこぶる容易であるという効果も得られる。

【0072】なお、図9では、燃料側アノードセパレータ構造材6a3と燃料流路壁6b1とを一体成形しているが、図10(a)に示すように、燃料側アノードセパレータ構造材6a3を省略し、燃料流路壁6b1をアノードセパレータ構造材6a1（燃料側アノードセパレータ構造材6a3は省略している）に付着させたものであってもよい。この場合にも、図9の場合と同様な効果を奏する。さらに、燃料側アノードセパレータ構造材6a3を省略しているため、積層方向の厚さをより薄くすることができる。同様に、図10(b)に示すように、酸化剤流路壁7b1をカソードセパレータ基材7aに付着したものであってもよく、この場合にも、図9の場合と同様な効果を奏する。また、図10(c)に示すように、アノードセパレータ構造材6a1を省略し、冷却剤流路壁6c1を燃料側アノードセパレータ構造材6a3（アノードセパレータ基材6aと同義）またはカソードセパレータ基材7aに付着したものであってもよく、この場合

にも、図9の場合と同様な効果を奏する。さらに、アノードセパレータ構造材6a1を省略しているため、積層方向の厚さをより薄くすることができる。

【0073】また、図10(a)～(c)において、付着する燃料流路壁6b1または酸化剤流路壁7a1の材料は電子伝導性を有していないものであってもよく、電流は、アノード導電膜11を介してアノード電極からアノードセパレータ基材6a1に、またカソード導電膜12を介してカソード電極からカソードセパレータ基材7a1に流れるので、上記実施の形態と同様な効果を奏することができる。また例えば、アノードセパレータ基材6a1またはカソードセパレータ基材7a1の表面に塗料を塗るが如く燃料流路壁6b1または酸化剤流路壁7a1を付着させてもよく、上記実施の形態と同様な効果を奏する上、より自由な形状でより簡単に燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2を構成することができる。

【0074】なお、本実施の形態では、アノード導電膜11とカソード導電膜12はシート状の電子伝導性ポリマーを、アノードセパレータ6またはカソードセパレータ7に付着させるようにしているが、電子伝導性ポリマーの原料となる前駆体溶液を積層面の流路形状に沿って布した上でドーピングの処理を施し電子伝導性ポリマーが流路表面に形成されるようにしてもよく、上記と同様な効果を奏する。

【0075】実施の形態8。図11は本発明の実施の形態8による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図であり、具体的には冷却剤流通層の周辺を示している。その他の構成は実施の形態1と同じである。本実施の形態では、図11において、アノードセパレータ6の下にある電池部のアノード電極（燃料極）4側に配置された電子伝導性ポリマーからなる層（アノード導電膜）11とカソードセパレータ7の上にある電池部のカソード電極（酸化剤極）5側に配置された電子伝導性ポリマーからなる層（カソード導電膜）12とが電気的に接続されている。

【0076】アノードセパレータ6は、材料として、電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂などを用いており、これらの材料を型に流し込んで固めるなどの方法で、アノードセパレータ基材6aと燃料流路壁6b1と冷却剤流路壁6c1とを一体成形したものである。同様に、カソードセパレータ7は、材料として、電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂などを用いており、これらの材料を型に流し込んで固めるなどの方法で、カソードセパレータ基材7aと酸化剤流路壁7b1とを一体成形したものである。

【0077】アノード導電膜11は、シート状の電子伝導性ポリマーを用いた膜であり、燃料ガス流路6b2、アノードセパレータ基材6aおよび燃料流路壁6b1のアノード電極側の形状に沿って付着させている。同様に

カソード導電膜12も、シート状の電子伝導性ポリマーを用いた膜であり、酸化剤ガス流路7b2、カソードセパレータ基材7aおよび酸化剤流路壁7b1のカソード電極側の形状に沿って付着させている。また、燃料電池スタックの積層側面または積層面内の一部にガス通路を構成している内部マニホールド形式の燃料電池スタックの場合はガス通路内壁面にて、アノード導電膜11とカソード導電膜12とが接続されており、アノード導電膜11とカソード導電膜12との間で電気が流れるようになっている。

【0078】本実施の形態は以上のように構成され、隣接する電池部間に配置された導電膜11、12であって、一方（下側）の電池部のアノード電極4側に配置されたアノード導電膜11と他方（上側）の電池部のカソード電極5側に配置されたカソード導電膜12とが電気的に接続されているので、アノード導電膜11およびカソード導電膜12を介した経路で、アノード電極から隣接する単電池（電池部）のカソード電極へ電子を流すことができ、実施の形態7と同様な効果を奏する。さらに、本実施の形態によれば、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7として、電子伝導性を有していない、より安価で加工性に優れた材料を用いることができ、実施の形態7に比べて、より一層、加工が容易となったり、材料費や加工費を低減することができたりする効果が得られる。また、燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2または冷却剤流路6c2の形状をより細かく自由度の高い形状で構成することも容易に可能となる。さらに、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7には通電部分がないので、冷却剤10の電気導電率を下げる必要が無く、純水器なども不要となる効果がある。

【0079】なお、図11では、アノード導電膜11とカソード導電膜12とをそれぞれの膜の電極に接する側の面を突き合わせて接続するようにしたが、図12

(a)に示すように、一方の導電膜の電極に接する側の面と他方の導電膜のセパレータに接する側の面とを重ねあわせて接続してもよく、図11の場合と同様な効果が得られる。また、図11では、アノード導電膜11とカソード導電膜12とを別体で構成してこれらを接続するようにしたが、図12(b)に示すように、アノード導電膜11とカソード導電膜12とは一体ものとし、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7上の燃料ガス流路6b2および酸化剤ガス流路7b2の流路形状に沿わせながら、それらを挟むように設置してもよい。この場合、図11の場合と同様な効果が得られる上、アノード導電膜11とカソード導電膜12との接続部分における接触抵抗を低減できるという効果も得られる。

【0080】なお、本実施の形態では、アノード導電膜11とカソード導電膜12はシート状の電子伝導性ポリマーを、アノードアノードカーボンシート4aまたはカ

ソードカーボンシート 5 a に付着させるようにしているが、実施の形態 7 で述べたのと同様に、電子伝導性ポリマーの原料となる前駆体溶液を積層面の流路形状に沿って布した上でドーピングの処理を施し電子伝導性ポリマーが流路表面に形成されるようにしてもよく、上記した本実施の形態と同様な効果を奏する。

【0081】実施の形態 9。図 13 は本発明の実施の形態 9 による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、(a) は断面図、(b) は斜視図である。他の構成は実施の形態 1 および 8 と同様である。図 13 において、6 b 3 は燃料極境界壁、7 b 3 は酸化剤極境界壁、14 は小単電池、15 は小単電池間導体である。

【0082】燃料極境界壁 6 b 3 は、アノードセパレータ基材 6 a と同一の材料（電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂など）を用い、アノードセパレータ基材 6 a と一体成形されたものであり、単電池 1 を、その積層面と平行な面内で、複数（図 13 では 2 個）の小単電池 14 に少なくとも電気的に分割するために、アノード導電膜 11 およびアノード電極 4 を仕切っている。なお、燃料ガス流路 6 b 2 に関しては、必ずしも分割しなくてもよく、必要に応じて燃料極境界壁 6 b 3 に燃料ガス用の通路穴を開けて、隣接する小単電池 14 間で流通するようにしてもよい。

【0083】酸化剤極境界壁 7 b 3 は、カソードセパレータ基材 7 a と同一の材料（電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂など）を用い、カソードセパレータ基材 7 a と一体成形されたものであり、単電池 1 を、その積層面と平行な面内で、複数（図 13 では 2 個）の小単電池 14 に少なくとも電気的に分割するために、カソード導電膜 12 およびカソード電極 5 を仕切っている。なお、酸化剤ガス流路 7 b 2 に関しては、必ずしも分割しなくてもよく、必要に応じて酸化剤極境界壁 7 b 3 に酸化剤ガス用の通路穴を開けて、隣接する小単電池 14 間で流通するようにしてもよい。

【0084】小単電池 14 は、アノード電極 4、カソード電極 5、アノード導電膜 11、およびカソード導電膜 12 を、単電池 1 の積層面について（すなわち単電池 1 の積層面と平行な面内で）燃料極境界壁 6 b 3 および酸化剤極境界壁 7 b 3 によって 2 分割したものであり、個々の小単電池 14 は少なくとも電気的には実施の形態 8 に示した単電池 1 と同様な構成であり、同様な動作をするものである。

【0085】小単電池間導体 15 は、異なる小単電池間で、一方の小単電池におけるアノード導電膜 11 の引き出し部と、他方の小単電池におけるカソード導電膜 12 の引き出し部とを接続する際に、これらの導電膜が離れていて距離が長い場合に用いる導体である。通常は積層方向に隣接する小単電池 1 間は、図 13 (a) にも示しているとおり、隣接するアノード導電膜 11 とカソード

導電膜 12 とを直接接続することにより接続している。また、小単電池間導体 15 の材料としては電子伝導性があればよく、金属や電子伝導性ポリマーなどを用いることができる。ただし、金属を用いた場合、燃料電池スタックに供給する燃料ガス、酸化剤ガスおよび燃料電池スタックから排出されるガスに接しないような位置に備えるか、または被覆するなどして金属イオンがガス中に溶出ししないようにすることが必要となる。

【0086】図 13 (b) は、燃料極境界壁 6 b 3 および酸化剤極境界壁 7 b 3 によって積層面を 2 分割して得られた 2 個の小単電池 14 からなる単電池 1 を、4 層に積層した燃料電池スタックを模式化して示す斜視図であり、下層の小単電池 14 のアノード導電膜 11 と上層の小単電池 14 のカソード導電膜 12 を各面個別に積層方向へ順次接続して 2 個の小単電池接続体を構成し、一方（図 13 (b) の左側）の小単電池接続体における積層上端の小単電池 14 のアノード導電膜 11 と、他方（図 13 (b) の右側）の小単電池接続体における積層下端の小単電池 14 のカソード導電膜 12 とを小単電池間導体 15 を使って接続することにより、全ての小単電池 14 を直列に接続している。

【0087】このように構成したものにおいては、同一の積層面積と積層数を備えた小単電池に分割していない燃料電池スタックと比較して、同一直流電力を得る際に、電流が半分、電圧が 2 倍となる。

【0088】このように、本実施の形態によれば、電池部 2 とセパレータ 6、7 とを積層した単電池 1 をその積層面と平行な面内でガス拡散電極 4、5 と導電膜 11、12 について複数（2 個）の小単電池 14 に分割し、異なる小単電池におけるアノード電極 4 側のアノード導電膜 11 とカソード電極 5 側のカソード導電膜 12 とを接続し、少なくとも一部（図 13 では全て）の小単電池 14 を直列に接続したので、単電池 1 の積層数を増加させたり、電極面積を減少させたりせずに、燃料電池スタック全体から発生する電力を同じままに電圧を上げて電流を下げるができる。その結果、燃料電池スタックで発生した直流の電気的出力を交流出力などへ変換する際の電気回路に用いるスイッチング素子や配線材などを低電流型のものとすることができる。したがって、固体高分子型燃料電池を軽量化、コンパクト化および低コスト化することができる。

【0089】またさらに、本実施の形態によれば、各単電池 1 において、アノード導電膜 11 とカソード導電膜 12 以外は、各小単電池 14 に分割されずにつながっており、部品点数も増加していないので、単電池積層時の組立方法や組立精度も、小単電池に分割していない場合と比べて概ね変わりのないものとするができる。もちろん、固体高分子型電解質膜 3 も分割されてもよい。

【0090】なお、各小単電池 14 の接続の仕方は、図 13 (b) に限るものではなく、例えば、図 14 に示す



ように接続してもよい。図14では、同一単電池1内にある一方の小単電池14のアノード導電膜11と他方の小単電池14のカソード導電膜12とを小単電池間導体15で接続し、積層方向に隣接して異なる単電池1内にある一方(下層)の小単電池14のアノード導電膜11と他方(上層)の小単電池14のカソード導電膜12とを接続している。このように構成したものである。同一の積層面積と積層数を備えた小単電池に分割していない燃料電池スタックと比較して、同一直流電力を得る際に、電流が半分、電圧が2倍となる。

【0091】なお、本実施の形態では1層の単電池1を2個の小単電池14に分割したが、短冊状にまたは格子状により多くの小単電池14に分割するようにしてもよく、積層数も自由である。この場合、同一の積層面積と積層数を備えた、小単電池に分割していない燃料電池スタックと比較して、同一の直流電力を得る際の電流は、分割数の逆数に比例して小さくなり、電圧は分割数に比例して大きくすることができる。

【0092】実施の形態10。図15は本発明の実施の形態10による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、具体的には、(a)は冷却剤流通層の周辺を示す断面図、(b)は導電膜を示す平面図である。他の構成は実施の形態1と同様である。図15において、11aはアノード導電膜11の格子状枠、11bはアノード導電膜11に設けられた貫通孔、12aはカソード導電膜12の格子状枠、12bはまたはカソード導電膜12に設けられた貫通孔である。

【0093】実施の形態8および9では、アノード導電膜11は、燃料ガス流路6b2、アノードセパレータ基材6aおよび燃料流路壁6b1のアノード電極側の形状に沿って付着させており、同様にカソード導電膜12も、酸化剤ガス流路7b2、カソードセパレータ基材7aおよび酸化剤流路壁7b1のカソード電極側の形状に沿って付着させていた。それに対して、本実施の形態では、アノード導電膜11は、その面内に一辺の長さが燃料ガス流路6b2の幅と同じである正方形の貫通孔11bが格子状(マトリクス状)に設けられた電子伝導性ポリマーからなるシート状の膜であり、各単電池はアノード電極4に接した格子状枠11aを介して面内での電子伝導性を備えるとともに、貫通孔11bを介して燃料流通層6bからアノード電極4へ燃料ガスが流通するようになっている。カソード導電膜12についても、アノード導電膜11と同様な構成となっている。

【0094】なお、図15(b)で示すようなアノード導電膜11およびカソード導電膜12は、穴の空いていないシート状の導電膜11、12から貫通孔11b、12bを切り出して形成してもよく、また、貫通孔11b、12bも含めて一体成形して形成してもよい。

【0095】アノードセパレータ6は、材料として、燃料ガスや水蒸気に対して安定であり、しかも所定の機械

強度を有するプラスチックや樹脂やゴム類などを用いており、これらの材料を型に流し込んで固めるなどの方法で、アノードセパレータ基材6aと燃料流路壁6b1と冷却剤流路壁6c1とを一体成形したものである。同様に、カソードセパレータ7は、材料として、酸化剤ガスや水蒸気に対して安定であり、しかも所定の機械強度を有するプラスチックや樹脂やゴム類などを用いており、これらの材料を型に流し込んで固めるなどの方法で、カソードセパレータ基材7aと酸化剤流路壁7b1とを一体成形したものである。

【0096】積層方向に隣接する電池部間のアノード導電膜11とカソード導電膜12は、例えば実施の形態8または9で説明したのと同様に接続されており、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7が例えば積層方向への電子伝導性を持っていないとしても、積層した各電池部(単電池)間で電気が流れるようになっている。

【0097】以上のような構成により、実施の形態8や9と同様な効果を奏する上、実施の形態8や9のようにアノード導電膜11やカソード導電膜12を燃料流路壁6b1や酸化剤流路壁7b1の形状に沿わせる必要もないので、燃料電池スタックの製造がより簡単なものとなる。

【0098】なお、図15では、アノード導電膜11またはカソード導電膜12に、一辺の長さがガス流路6b2、7b2の幅と同じである正方形の貫通孔11b、12bが格子状に設けられている場合について示したが、正方形に限らず長方形や他の多角形であってもよく、さらには、円形、楕円形、スリット状などであってもよい。また、整然とした配列ではなく、ランダムな配列であったり、無数の微小径の穴などであってもよい。また、アノード導電膜11またはカソード導電膜12自体が多孔体で形成されてガスの流通が可能となってもよい。

【0099】実施の形態11。図16は本発明の実施の形態11による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、具体的には、(a)は冷却剤流通層の周辺を示す断面図、(b)はカソードセパレータ表面材を示す平面図である。他の構成は実施の形態1と同様である。図16において、7a2aはシート状の電子伝導性ポリマーからなるカソードセパレータ表面材7a2の格子状枠、7a2bはカソードセパレータ表面材7a2に設けられた貫通孔である。実施の形態10では、隣接する単電池間でアノード導電膜11とカソード導電膜12とを接続した実施の形態8および9において、アノード導電膜11とカソード導電膜12とに貫通孔11bおよび12bがそれぞれ形成されている場合について説明した。それに対して、本実施の形態では、アノードセパレータ6およびカソードセパレータ7は実施の形態6で示したアノードセパレータ導電部6dおよびカソードセパレータ導電部7dを備えた形態のものであり、カ



ソードセパレータ表面材7a2に貫通孔7a2bが設けられている。このように構成されたものにおいても、実施の形態10と同様の効果が得られる。

【0100】なお、アノードセパレータ導電部6dまたはカソードセパレータ導電部7dの部分が、カソードセパレータ表面材7a2の格子状枠7a2aに当接するようにしておけば、導電部6b、7dからの金属イオンの溶出を防止できるので、アノードセパレータ導電部6dまたはカソードセパレータ導電部7dに電子伝導性ポリマーでなく金属を用いてもよい。

【0101】なお、上記各実施の形態では、特にことわらない限り、冷却剤流通層6cをアノードセパレータ6に設けた場合について示したが、カソードセパレータ7に設けてもよい。

【0102】また、上記各実施の形態では、燃料流通層6bおよび酸化剤流通層7bをそれぞれアノードセパレータ6およびカソードセパレータ7に備えている場合について示したが、アノード電極4およびカソード電極5に備えていてもよい。すなわち、具体的には、燃料流路壁6b1および酸化剤流路壁7b1をそれぞれアノードカーボンシート3aおよびカソードカーボンシート4a上に付着させたり、または一体化させたりするようにしてもよい。この場合にも、上記各実施の形態と同様な効果を奏する。

【0103】実施の形態12、図17は本発明の実施の形態12による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、具体的には、冷却剤流通層の周辺を示す断面図である。上記各実施の形態では、冷却剤流路壁6c1は、アノードセパレータ基材6aまたはカソードセパレータ基材7aの一方に接着あるいは付着あるいは一体成形されたものである。これに対して、本実施の形態では、冷却剤流路壁6c1はアノードセパレータ基材6aおよびカソードセパレータ基材7aの両方に接着あるいは付着あるいは一体成形され、積層したときに、例えば図17(a)に示すように両方のセパレータ基材に形成された冷却剤流路壁6c1が突き合わされることにより、または図17(b)に示すように一方のセパレータ基材に形成された冷却剤流路壁6c1と他方のセパレータ基材が当接することにより、結果的に上記各実施の形態と同様な形状で冷却剤流路壁6c1が形成されるようにしている。この場合にも、上記各実施の形態と同様な効果を奏する。

【0104】なお、燃料流路壁6a1に対するアノードセパレータ基材6aとアノード電極4、または酸化剤流路壁7a1に対するカソードセパレータ基材7aとカソード電極5についても、本実施の形態の冷却剤流路壁6c1に対するアノードセパレータ基材6aとカソードセパレータ基材7aと同様な構成であってもよい。

【0105】なお、上記各実施の形態では、冷却剤流通層6cを単電池1毎に設けているが、単電池1数枚毎

に設置するようにしてもよい。この場合、単電池1間に冷却剤流通層6cを備えない部分では、アノードセパレータ基材6aとカソードセパレータ基材7aとは兼用可能でどちらか一方だけがあればよく、アノードセパレータ基材6aまたはカソードセパレータ基材7aの両面に燃料流通層6bおよび酸化剤流通層7bを備える構成となる。したがって、上記各実施の形態と同様な効果を奏する上、アノードセパレータ基材6aまたはカソードセパレータ基材7aのどちらか一方と冷却剤流通層6cを備えない分だけ、燃料電池スタックの積層厚さをさらに低減することができ、燃料電池スタックすなわち固体高分子型燃料電池のさらなるコンパクト化が可能である。

【0106】また、上記各実施の形態では、燃料電池スタックの側面に図示しないマニホールドを四方に付設して、燃料ガス8、酸化剤ガス9および冷却剤10を供給し、燃料流通層6b、酸化剤流通層7bおよび冷却剤流通層6cから排出されるガスまたは冷却剤を排出する構成、いわゆる外部マニホールド型式の燃料電池スタックであることを前提とした場合について示したが、積層面内部にマニホールド構造を内蔵した内部マニホールド型式の燃料電池スタックであってもよい。

【0107】また、燃料流通層6bまたは酸化剤流通層7bまたは冷却剤流通層6cにおける燃料ガス流路6b2または酸化剤ガス流路7b2または冷却剤流路6c2の積層面における形状は、リターン型またはZ字型またはその他の形状であってもよく、マニホールド型式とともに、直接的には本発明の要旨とするところではない。

【0108】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部を、セパレータを介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガスを供給する燃料流通層と、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層とを、前記電池部またはセパレータに備え、前記セパレータを介して隣接する電池部を電氣的に接続する固体高分子型燃料電池において、前記セパレータ、燃料流通層または酸化剤流通層の少なくとも一部に電子伝導性ポリマーを用いたので、セパレータ、燃料流通層または酸化剤流通層を困難な加工を要さないものとしてすることができ、製造が容易で低コスト化が可能な固体高分子型燃料電池を得ることができ

【0109】また、本発明によれば、電極基材と触媒層とを有する燃料極および酸化剤極からなる一対のガス拡散電極間に前記触媒層を介して固体高分子電解質膜を挟持させてなり、水素を含む燃料ガスおよび酸素を含む酸化剤ガスの電気化学反応によって発電する電池部を、セパレータを介して複数積層し、前記燃料極側に燃料ガス

を供給する燃料流通層と、前記酸化剤極側に酸化剤ガスを供給する酸化剤流通層とを、前記電池部またはセパレータに備える固体高分子型燃料電池において、電子伝導性ポリマーからなる層を前記セパレータと燃料極または酸化剤極との間に配置したので、セパレータは、燃料ガスや酸化剤ガス中の水蒸気成分などに直接触れることがなく、したがってそれらのガスや水蒸気成分による金属板の腐食や金属イオンの溶出等を抑制できる。その結果、セパレータを構成する材料の選択の幅が広がり、軽量でしかも困難な加工を要さない材料とすることができ、したがって、製造が容易で低コスト化が可能な固体高分子型燃料電池を得ることができる。

【0110】また、本発明によれば、互いに隣接する一方の電池部の燃料極側に配置された電子伝導性ポリマーからなる層と、他方の電池部の酸化剤極側に配置され前記層とセパレータを介して隣接する電子伝導性ポリマーからなる層とが電気的に接続されているので、隣接する電池部間の電氣的接続は電子伝導性ポリマーからなる層を電氣的に接続することによって得られる結果、セパレータを構成する材料は電子伝導性を有していなくてもよいので、その選択幅がより広がり、安価で加工性に優れた、電子伝導性を有さないプラスチックや樹脂などを選択することができる。

【0111】また、本発明によれば、電池部とセパレータとを積層した単電池をその積層面と平行な面内で少なくともガス拡散電極と電子伝導性ポリマーからなる層について複数の小単電池に分割し、異なる小単電池における燃料極側の電子伝導性ポリマーからなる層と酸化剤極側の電子伝導性ポリマーからなる層とを接続し、少なくとも一部の単電池を直列に接続したので、単電池の積層数を増加させたり、電極面積を減少させたりせずに、燃料電池から出力される電氣的出力を高電圧化あるいは低電流化することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す分解斜視図である。

【図2】 本発明の実施の形態1による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図3】 本発明の実施の形態2による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図4】 本発明の実施の形態3による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図5】 本発明の実施の形態4による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図6】 本発明の実施の形態4による固体高分子型燃料電池の要部の別の構成を模式的に示す断面図である。

【図7】 本発明の実施の形態5による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図8】 本発明の実施の形態6による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【図9】 本発明の実施の形態7による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図10】 本発明の実施の形態7による固体高分子型燃料電池の要部の別の構成を模式的に示す断面図である。

【図11】 本発明の実施の形態8による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

【図12】 本発明の実施の形態8による固体高分子型燃料電池の要部の別の構成を模式的に示す断面図である。

【図13】 本発明の実施の形態9による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、(a)は断面図、(b)は斜視図である。

【図14】 本発明の実施の形態9による固体高分子型燃料電池の要部の別の構成を模式的に示す斜視図である。

【図15】 本発明の実施の形態10による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。

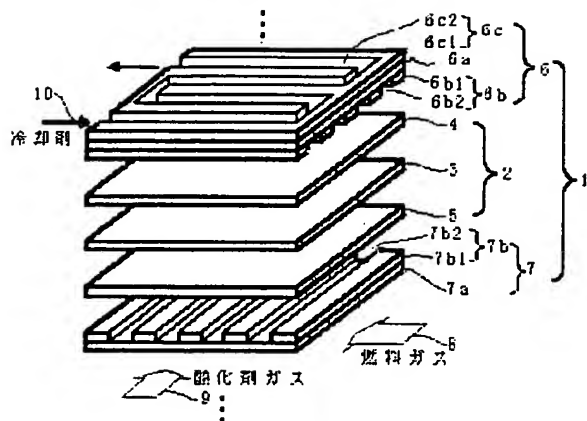
【図16】 本発明の実施の形態11による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【図17】 本発明の実施の形態12による固体高分子型燃料電池の要部の構成を模式的に示す断面図である。

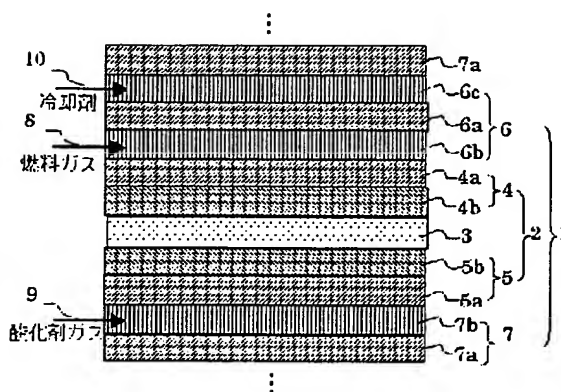
#### 【符号の説明】

1 単電池、2 電池部、3 固体高分子電解質膜、4 アノード電極、4a アノードカーボンシート、4b アノード触媒層、5 カソード電極、5a カソードカーボンシート、5b カソード触媒層、6 アノードセパレータ、6a アノードセパレータ基材、6a1 アノードセパレータ構造材、6a2 アノードセパレータ表面剤、6a3 燃料側アノードセパレータ構造材、6b 燃料流通層、6b1 燃料流路壁、6b2 燃料ガス流路、6b3 燃料極境界壁、6c 冷却剤流通層、6c1 冷却剤流路壁、6c2 冷却剤流路、6d アノードセパレータ導電部、7 カソードセパレータ、7a カソードセパレータ基材、7a1 カソードセパレータ構造材、7a2 カソードセパレータ表面材、7b 酸化剤流通層、7b1 酸化剤流路壁、7b2 酸化剤ガス流路、7b3 酸化剤極境界壁、7d カソードセパレータ導電部、8 燃料ガス、9 酸化剤ガス、10 冷却剤、11 アノード導電膜、7a2a、11a、12a 格子状棒、7a2b、11b、12b 格子貫通孔、12 カソード導電膜、13 積層側面部材、14 小単電池、15 小単電池間導体。

【図1】

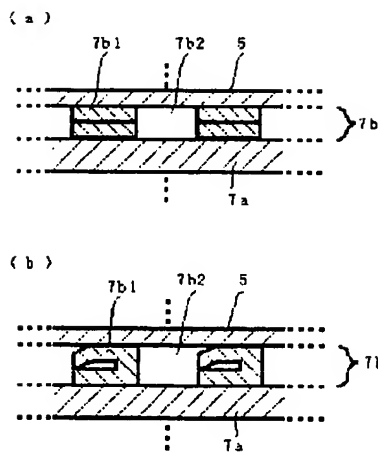


【図2】

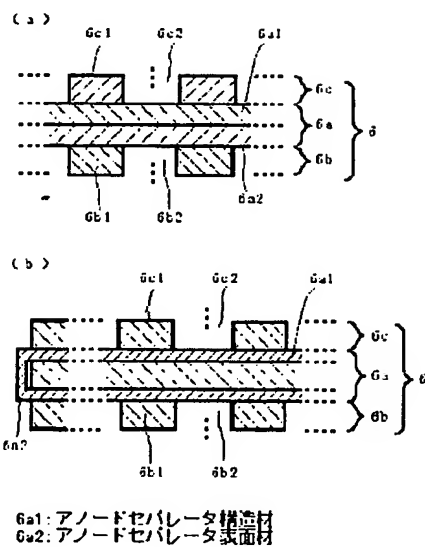


- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| 1: 単電池       | 6a: アノードセパレータ基材 |
| 2: 電池部       | 6b: 燃料流通層       |
| 3: 固体高分子電解質膜 | 6c: 冷却材流通層      |
| 4: アノード電極    | 7: カソードセパレータ    |
| 5: カソード電極    | 7a: カソードセパレータ基材 |
| 6: アノードセパレータ | 7b: 酸化剤流通層      |

【図3】

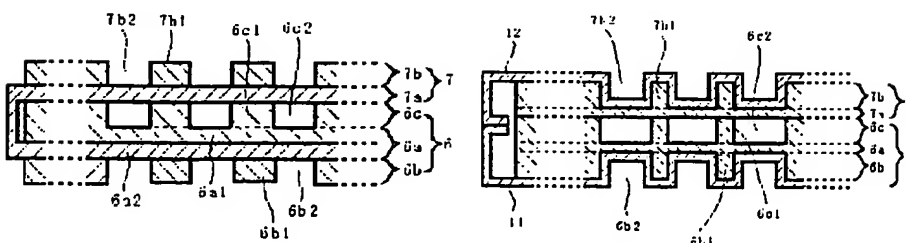


【図4】

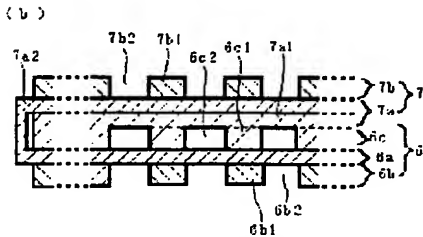
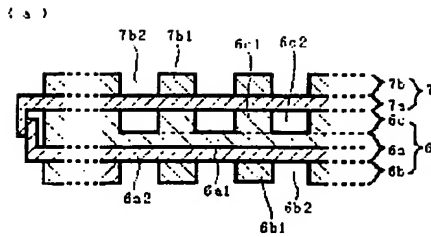


【図5】

【図11】

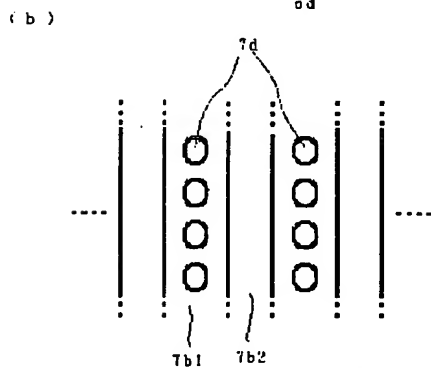
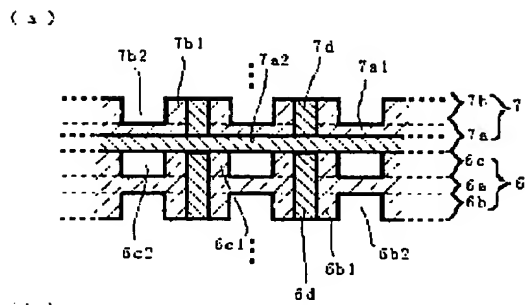


【図6】



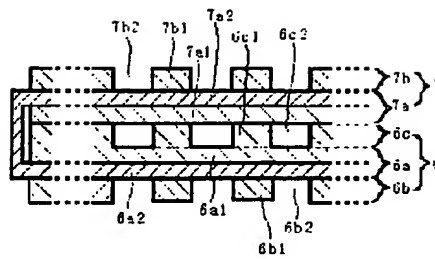
7a1: カソードセパレータ絶縁材  
7a2: カソードセパレータ表面材

【図8】

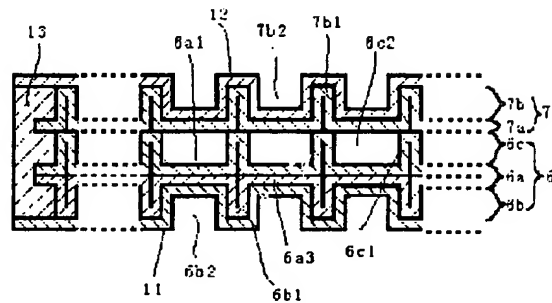


6d: アノードセパレータ導電部  
7d: カソードセパレータ導電部

【図7】

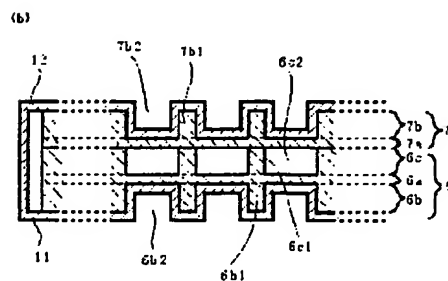
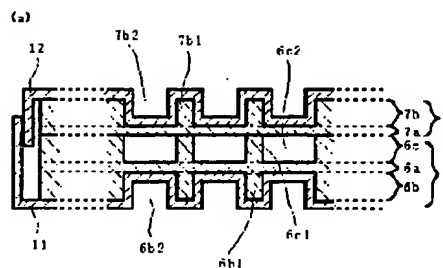


【図9】

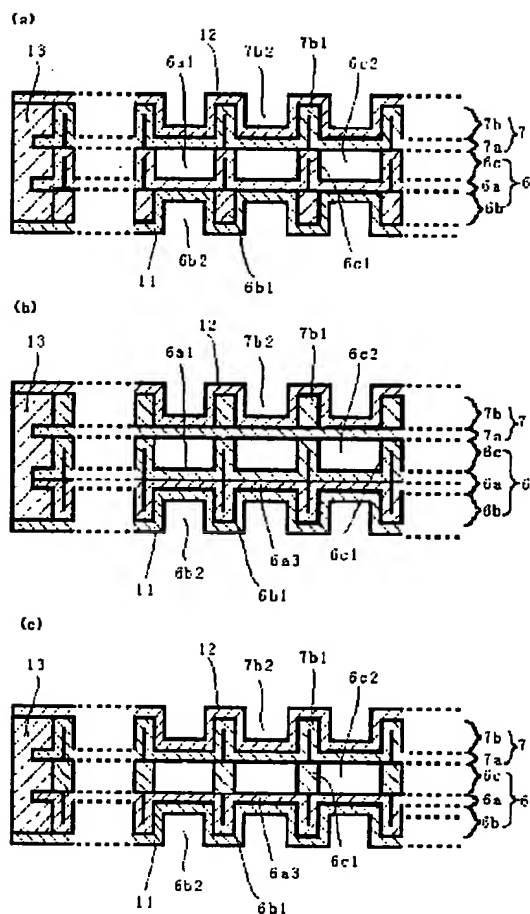


11: アノード導電膜  
12: カソード導電膜

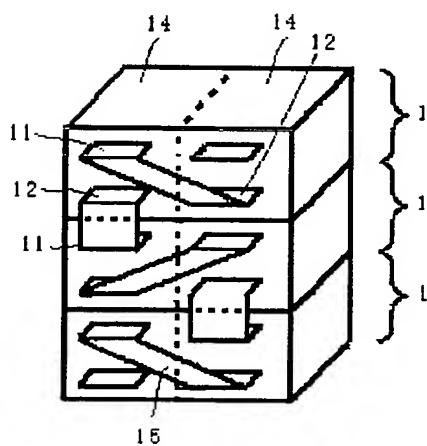
【図12】



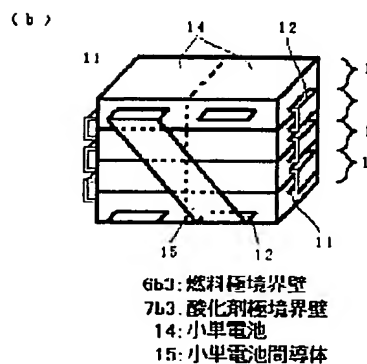
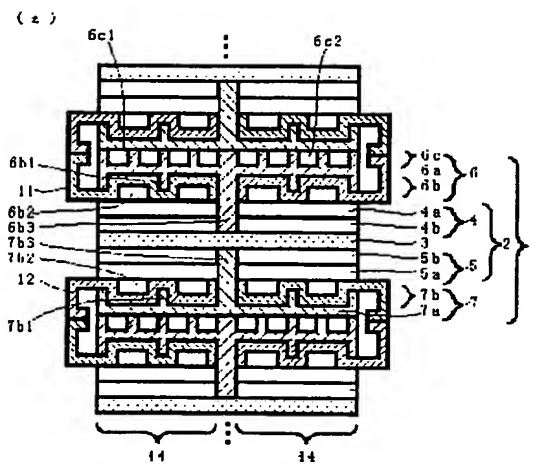
【図10】



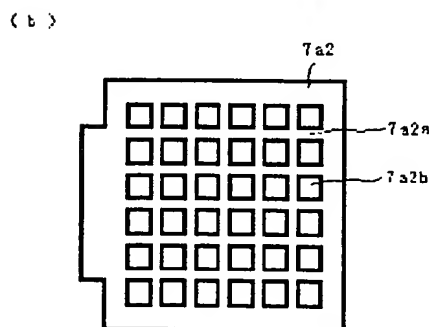
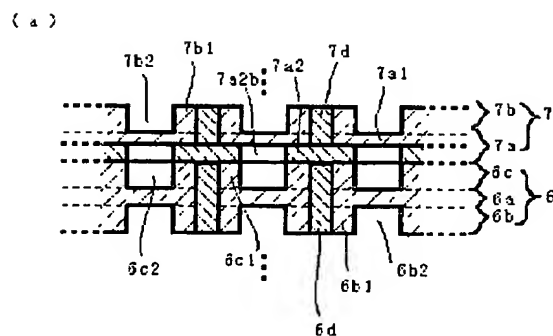
【図14】



【図13】

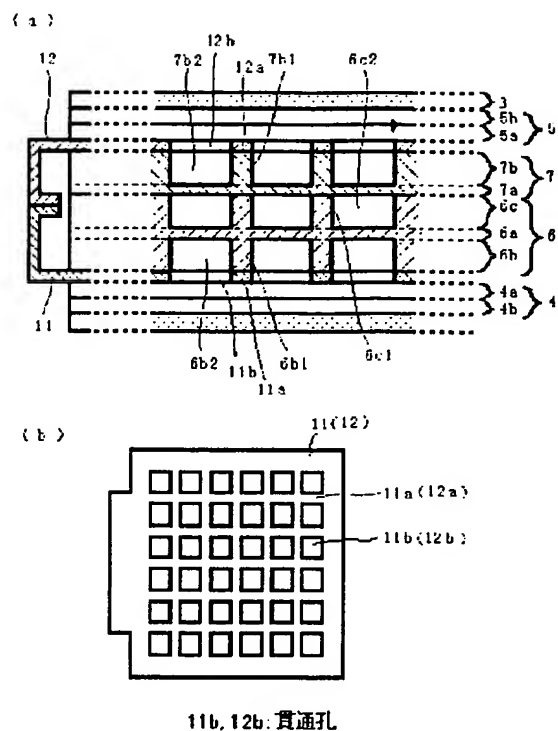


【図16】

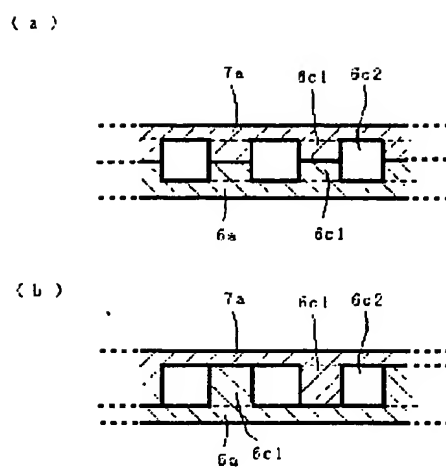


7a2b: 貫通孔

【図15】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 秀一  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 福本 久敏  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 浜野 浩司  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 EE18